

低加速ナノプローブで電子励起したナノ構造からの放射光角度分解分光観察

高柳 邦夫

(東京工業大学・大学院理工学研究科・教授)

【研究の概要等】

本研究では、収差補正電子顕微鏡を用いて細く絞られた電子ビームで物質を励起し、局所領域から放射される光を観測する研究を遂行する。収差補正装置を用いて低加速電圧において微小な電子プローブを得ると同時に電子顕微鏡の試料周りに大きな試料周辺空間を実現する。試料から出射する光を取り出す光学素子を置き、電子ビーム照射によって誘起された光が試料から出射する場所と方向を観測できる放射光検出分光システムを開発する。光のエネルギーと運動量を同時に知ることで、ナノ構造に形成される特有の電子状態の情報が得られる。青色発光材料である窒化物半導体のルミネッセンス、半導体デバイスに開発されている高い虚数誘電率をもつゲート絶縁膜からの遷移放射、および金属ナノ構造の表面プラズモン発光が検知される。ルミネッセンス発光の起源となる局所元素ゆらぎや、ナノメーター厚さの酸化膜における誘電率揺らぎ、表面増強ラマン散乱を誘起する金属粒子間局所電場について研究を進める。

【当該研究から期待される成果】

低加速電圧においてナノスケールの電子ビームを実現することで、半導体や絶縁体、有機物などの発光現象の基礎的研究に貢献する。とりわけ窒化物系半導体のルミネッセンスの起源となる発光中心の原子スケールモデル、高い虚数誘電率をもつゲート絶縁膜のナノスケール誘電率揺らぎ、ナノ周期をもつ金属表面の表面プラズモン局所発光の検証が可能となる。こうした研究は、基礎科学だけでなく、発光素子やセンサーあるいはデバイス材料の開発に貢献できる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- F. Hosokawa, H. Sawada, T. Sannomiya, T. Kaneyama, Y. Kondo, M. Hori, S. Yuasa, M. Kawazoe, T. Nakamichi, Y. Tanishiro, N. Yamamoto, K. Takayanagi, Proc. IMC16 (Sapporo, 2006) vol.2, p.582.
- M. Yoshida, Y. Oshima, and K. Takayanagi : Appl. Phys. Lett. 87, 103104 (2005).
- M. Yoshida, Y. Oshima, and K. Takayanagi : J. J. Appl. Phys. 44, No.37, L1178-L1180 (2005) .
- Y. Oshima, A. Onga, and K. Takayanagi, Phys. Rev. Lett. 91, 205503 (2003).

【研究期間】 平成19年度－23年度

【研究経費】 16,200,000 円
(19年度直接経費)

【ホームページアドレス】

<http://wwwsurf.phys.titech.ac.jp/tylab/>